



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

PROJETO SUSHI – SUSTAINABLE SOCIAL HOUSING INITIATIVE: UMA ABORDAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE HIS MAIS SUSTENTÁVEIS

Vanderley Moacyr John (1); Roberto Lamberts (2); Diana Csillag (3); Maria Andrea Triana (4); Marcelo Vespoli Takaoka (5); Carla Sautchuk (6); Vanessa M. Taborianski Bessa (7); Eliane Hayashi Suzuki (8); Lucia Oliveira (9); Orestes Gonçalves (10); Marina Ilha (11)

- (1) Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil, Poli USP, vanderley.john@poli.usp.br
- (2) Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil, UFSC, lamberts@ecv.ufsc.br
- (3) Mestre em Engenharia Civil pela Poli-Usp, diana.csillag@gmail.com
- (4) Mestre em Arquitetura pela UFSC, andrea@labeee.ufsc.br
- (5) Doutor em Engenharia Civil, marcelo@takaoka.eng.br
- (6) Mestre em Engenharia civil pela Poli-Usp, carla@tesis.com.br
- (7) Doutora em Engenharia civil pela Poli-Usp, vanessa.bessa@cbcs.org.br
- (8) Mestre em Engenharia civil pela Poli-Usp, eliane.suzuki@gmail.com
- (9) Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil, Poli USP, lucia.oliveira@poli.usp.br
- (10) Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil, Poli USP, orestes.goncalves@poli.usp.br
- (11) Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil, Fec Unicamp, milha@fec.unicamp.br

RESUMO

O PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), no âmbito de sua iniciativa para construções e edificações sustentáveis, vem desenvolvendo um projeto de construções sustentáveis focado em habitações de interesse social (HIS) em países em desenvolvimento chamado SUSHI (*Sustainable Social Housing Initiative*). O objetivo do Projeto SUSHI é organizar, mapear e definir tecnologias essenciais a serem incorporadas no processo de concepção da habitação de interesse social no Brasil, considerando todos os agentes envolvidos, estabelecendo uma metodologia com diretrizes capazes de direcionar projetos arquitetônicos com especificações técnicas para HIS.. O escopo do projeto SUSHI priorizou as agendas de água e energia. Este artigo tem como objetivo apresentar a metodologia empregada e os principais resultados do projeto SUSHI no Brasil. Para isso foram estabelecidas as etapas de projeto como realização de parcerias entre instituições chaves no processo; mapeamento das soluções sustentáveis na área de energia e água para HIS existentes no mercado e a avaliação técnica de várias destas soluções testadas pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU. Como resultados são apresentadas as conclusões mais relevantes dos três relatórios produzidos pelo projeto: panorama geral sobre HIS no Brasil; lições aprendidas pela CDHU na aplicação de soluções sustentáveis em relação à gestão da demanda e oferta em energia e água e finalmente os parâmetros para definição da agenda de sustentabilidade para inserção dessas tecnologias nas etapas de projeto, construção e operação/manutenção de HIS no Brasil. A relevância do trabalho está na importância do levantamento realizado, da avaliação das tecnologias aplicadas no qual se tem uma lacuna grande no país, do processo do projeto e das diretrizes propostas para as especificações técnicas dos projetos de HIS.

Palavras-chave: sustentabilidade, habitação de interesse social, eficiência energética,

ABSTRACT

The United Nations Environment Programme (UNEP) as part of its initiative for sustainable buildings and constructions, launched a project focused on sustainable low income housing in developing countries - SUSHI - Sustainable Social Housing Initiative. The Project's aim is to organize, map and define essentials key technologies to be incorporated in the design for low income housing in Brazil, considering all

stakeholders, and establishing a methodology with guidelines capable of directing architectural design specifications for social housing. The project scope prioritized pilot functions for water and energy. This article aims to present the methodology and the main results for SUSHI project in Brazil. To reach this goal stages were established such as creation of partnerships between key institutions in the process, mapping of existing HIS sustainable market solutions related to energy and water and technical assessment of the solutions tested in the area of sustainability by the São Paulo Housing and Urban Development Company - CDHU. The results presented are findings from the three final reports produced by the project: an overview of low income housing in Brazil, lessons learned by CDHU in implementing sustainable solutions for the management of supply and demand in energy and water and the parameters for setting a sustainable agenda for integration of these technologies in the stages of design, and finally construction and operation / maintenance for low income housing in Brazil. The relevance of this work is the importance of the survey, the evaluation of applied technologies, the project's process and proposed guidelines for technical specifications of projects HIS in which there is a large gap of information in the country.

Keywords: sustainability, low income housing, energy efficiency

1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, a indústria da construção civil é a maior contribuinte de desenvolvimento sócio-econômico e também a maior usuária de energia e recursos naturais, sendo responsável pelo consumo de uma parte significativa dos materiais extraídos da natureza e pela geração de 40 a 50% dos gases de efeito estufa e dos agentes formadores da chuva ácida (ASIF et al., 2005).

A construção civil tem um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável da sociedade. Uma edificação sustentável procura promover soluções para a redução contínua das necessidades de recursos naturais, alimentos, água, energia, moradia, produtos industrializados e transporte, entre outros, conservando e protegendo a qualidade ambiental e as fontes de recursos naturais que são essenciais ao desenvolvimento e à garantia da vida no futuro (TABORIANSKI, 2009).

Entretanto, verifica-se que, na maioria dos casos, os conceitos de edifícios verdes são aplicados para edifícios de alto padrão tanto residenciais quanto comerciais. Pouco ou nada dos conceitos de sustentabilidade tem sido aplicado às habitações de interesse social. Uma das razões é a idéia de que as habitações de interesse social consomem menos energia do que edifícios de alto padrão e por isso não há necessidade de se investir em redução de energia. Porém, em países em desenvolvimento, a escassez de habitações de interesse social é tão alta que a aplicação de conceitos de sustentabilidade nesta camada social pode trazer economias relevantes de recursos naturais ao reduzir o déficit habitacional.

O Brasil, mesmo com o advento da crise econômica, tem um setor imobiliário que está em franco crescimento, principalmente na construção de habitação de interesse social, ressaltando-se o plano do governo de construção de um milhão de casas populares em apenas dois anos sendo, portanto, este o momento para se tratar da questão de sustentabilidade em habitações de interesse social. Dentro desse contexto, insere-se o projeto SUSHI.

Medidas de eficiência energética, redução do consumo de água geram redução dos custos no uso e operação das habitações, beneficiando os usuários. O desenvolvimento de modelos adequados para quantificar os benefícios é essencial para a implantação destas estratégias. Igualmente geram economias para os órgãos governamentais responsáveis pelo suprimento destes serviços. No Brasil, a geração de energia elétrica renovável (hidroelétrica) exige investimentos superiores a USD1000 por kW gerado (TOLMASQUIM et al, 2007). Isto significa que um chuveiro 3,5kW e preço de USD 20 exige um investimento superior a USD 3500 só para a geração, além dos custos de transmissão e impactos ambientais associados à construção da usina. No caso brasileiro, em muitos projetos tais custos já estão sendo subsidiados pelas companhias geradoras e distribuidoras de energia que, de acordo com seus contratos, precisam investir em tecnologias limpas para economizar energia elétrica. E existem também recursos internacionais destinados à promoção da eficiência energética e uso de energia renovável visando a mitigação das emissões de gases do efeito estufa, que tem um potencial de utilização ainda não explorado.

É certo que existem ações que são reconhecidamente eficazes universalmente para reduzir os impactos ambientais. Entretanto, a importância relativa destas ações varia com as características do local. Em cada projeto é necessário estabelecer prioridades, que devem se concentrar nas soluções viáveis técnica e economicamente que tragam maiores benefícios ambientais e econômicos no projeto especificado.

Assim, a capacidade de um projeto demonstrativo como o SUSHI em influenciar uma cadeia produtiva depende de vários fatores, dentre os quais: processo participativo qualificado, liderança técnica

neutra reconhecida, diálogo para o futuro, busca de uma visão comum, identificação de benefícios para todos os parceiros, conhecimento como base da decisão, foco na inovação e investimento na difusão.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia empregada e os principais resultados do projeto SUSHI no Brasil com foco principalmente nas questões relacionadas à energia.

3. MÉTODO

O método do Projeto SUSHI pode ser dividido em quatro etapas que deram como resultado três relatórios.

1. Estabelecimento de parcerias adequadas que mostraram oportunidades dos novos modelos de HIS para o setor da construção, governo, sociedade, agentes financeiros e famílias.

2. Mapeamento com um panorama geral sobre HIS no Brasil.

3. Escolha da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo-CDHU, para avaliar as ações testadas por esta companhia na área de sustentabilidade ao longo de sua existência.

4. Estabelecimento de diretrizes para definição de uma agenda para os empreendimentos de HIS baseada na inserção de ações sustentáveis em habitações de interesse social (HIS) no Brasil.

3.1. Escolha de parcerias adequadas

Para criar uma rede de conhecimento, possíveis parceiros e interessados foram contatados e convidados. Assim, o CBCS, além da parceria com o UNEP/PNUMA, iniciou o projeto com instituições que trazem pessoas de renomada experiência para a troca de informações e o estabelecimento de ações para a melhoria da eficiência energética, o uso racional de água e, ainda, a melhora da percepção da qualidade da HIS pelos futuros moradores. As instituições parceiras foram a CAIXA (agente financeiro), CDHU, USP, UFSC, UNICAMP e Fábio Feldmann Consultores.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) é uma entidade privada sem fins lucrativos, que tem como atividade principal a divulgação dos resultados do trabalho do PNUMA.

O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) é uma organização não governamental que busca promover a implementação de conceitos e práticas mais sustentáveis nas dimensões social, econômico e ambiental da cadeia produtiva da indústria da construção civil.

A Chulalongkorn University é a universidade parceira da Tailândia no projeto SUSHI.

A Caixa Econômica Federal (CAIXA) é o principal agente das políticas públicas do governo federal com cerca de 70% dos financiamentos de HIS.

A Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) é uma empresa do governo estadual, vinculada à Secretaria da Habitação, e o maior agente promotor de moradia popular no Brasil voltado para o atendimento da população na faixa de renda de 1 a 10 salários mínimos.

Para suporte técnico do projeto foram incorporadas algumas das melhores universidades do Brasil, como a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), além da Fabio Feldmann Consultores.

3.2. Panorama geral sobre HIS no Brasil

Para esta segunda etapa foi feita a identificação do *Business as usual* na produção da HIS no Brasil; desenvolvimento da agenda local; definição das funções piloto; identificação de políticas públicas e soluções sustentáveis para edificações no Brasil; seleção de tecnologias relevantes para o projeto (com entrevistas à técnicos da CDHU) e definição do plano de ação.

3.3. Pesquisa junto à CDHU

Foram levantadas via entrevistas junto aos técnicos da CDHU as iniciativas já conduzidas pela empresa para integrar elementos sustentáveis em projetos de HIS, com foco nas tecnologias existentes em uso racional da água e eficiência energética. Para isto foi adotado um roteiro para facilitar o entendimento e posterior necessidade de consulta contendo: descrição do sistema, histórico da ação, resultados e desafios da ação.

Para a questão da energia, foram discutidas as ações tanto construtivas, de arquitetura quanto às ações que dependem de equipamentos auxiliares. Com relação ao uso racional de água, foram citadas medidas que podem ser tanto individuais, como coletivas.

3.4. Definição de agenda de sustentabilidade

As ações propostas para a definição da agenda de sustentabilidade resultaram das pesquisas com a CDHU e de consultas com especialistas nas áreas de eficiência energética e conforto térmico, e uso racional da água. Foi realizada uma avaliação técnica das ações com o intuito de verificar alguns parâmetros para inserção dessas tecnologias nas etapas de projeto, construção e operação/manutenção, além dos riscos associados à adoção dessas ações. Posteriormente foram apresentadas tabelas com soluções em eficiência energética e em uso racional da água, onde são especificadas as ações, dificuldade e disponibilidade de fornecedores para cada uma das etapas citadas, sendo atribuída uma classificação de acordo com a viabilidade técnica. Também foram disponibilizadas tabelas que auxiliam no processo de tomada de decisão de algumas tecnologias.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Panorama geral sobre HIS no Brasil

4.1.1 Business as usual na produção da habitação de interesse social no Brasil

O Brasil tem experimentado urbanização maciça desde a década de 1940, o que levou o país a uma taxa de urbanização de 82%. Hoje, o déficit habitacional é de 6,2 milhões de unidades em todo o país. O déficit habitacional no Estado de São Paulo é de 1.234.000 unidades, sendo a maior parte concentrada nas áreas urbanas (1.195.000 unidades) (BRASIL, 2009) e em especial nas regiões metropolitanas de São Paulo Campinas e Baixada Santista (CDHU, 2008). O programa governamental de HIS, considerado no projeto SUSHI, prioriza hoje as camadas mais pobres da população que recebe 1-3 salários mínimos. No entanto, o governo também fornece habitações para a população de até 10 salários mínimos.

Famílias nas camadas de renda média ganham residências através do Sistema Financeiro de Habitação Federal (SFH), criado pelo governo brasileiro com o objetivo de oferecer financiamento de até 25 anos para construção e aquisição de casas. Entretanto, segundo Andrade, Pileggi (2006), ao receber a casa própria, com prestações subsidiadas, os mutuários deparam-se com os custos da moradia desconhecidos pela maioria: quem utilizava lenha catada terá a despesa adicional do gás; quem vem de favelas, onde a ligação clandestina de energia é a regra, terá a despesa da conta de luz; quem utilizava água de bicas, nascentes ou ligação clandestina terá a conta de água; quem vai para apartamento terá que arcar com o rateio das despesas condominiais. Assim, os subsídios às prestações não bastam para resolver o problema do acesso à moradia, pois a grande maioria não tem renda suficiente para arcar com esses custos.

4.1.2 Financiamento e construção de habitações de interesse social

Atualmente, o financiamento para construções de HIS no Brasil ocorre por meio do governo federal (programa “Um milhão de casas”), e em São Paulo, estadual (CDHU) e municipal (COHAB SP) e por iniciativas privadas.

4.1.3 Práticas usuais na seleção do local e projeto de habitações de interesse social

Entre as principais práticas consideradas estão:

O foco principal continua sendo o custo do terreno e está sendo começado a considerarem-se distâncias para locomoção e necessidades das famílias alvo.

São consideradas soluções de projeto padronizadas para controlar o custo da construção. Por causa disto, diferentes climas e necessidades dos usuários não são levantados em consideração, além de apresentar uma taxa relativamente elevada de defeitos de construção em relação a obras de alto padrão, causando problemas ambientais. Neste sentido o Projeto Qualihab da CDHU de 1996 foi um esforço pioneiro sobre o assunto enfocando a cadeia de suprimentos, especialmente os empreiteiros de construção e indústria de materiais de construção. Em 1998, o Governo Federal criou o PBQP-H - Programa Nacional de Qualidade e Produtividade na Habitação (BRASIL) como uma versão nacional do Projeto Qualihab. E recentemente foi aprovada a NBR 15575 (ABNT, 2008) norma nacional que estabelece um mínimo de desempenho para edificações residências de até cinco pavimentos, e o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), criado em 2007 pelo PBQP-H para promover a aprovação técnica de tecnologias inovadoras.

4.1.4 Agenda Local

Comparado com o resto do mundo o Brasil tem uma matriz energética relativamente limpa: 47% (incluindo o uso de combustíveis fósseis para transporte) são considerados recursos renováveis enquanto no mundo

apenas 20% são considerados renováveis (LAMBERTS, 2008). No setor nacional da habitação, os principais usos finais de eletricidade são: geladeira (22% correspondente a refrigeradores e freezers), aquecimento de água (24%, principalmente para o uso do chuveiro elétrico), ar condicionado (cerca de 20%) e iluminação (14%). (ELETROBRÁS, 2007). Para se avaliar as agendas de água e energia dos projetos da CDHU, é importante analisar as tendências micro-climáticas locais. Neste sentido e como o Brasil tem uma grande diversidade de climas, a NBR 15220 - Norma Brasileira de Desempenho Térmico para famílias de baixa renda residencial (ABNT, 2005) criou o zoneamento climático brasileiro do país, dividido em oito regiões climáticas, que recomenda as estratégias de projeto adequadas para cada região.

4.1.5 Escassez de água e inundações urbanas

A disponibilidade de água em uma região é avaliada em função de dois parâmetros básicos: águas superficiais e águas subterrâneas. A demanda varia em função das condições climáticas, das atividades, dos aspectos sociais, culturais e econômicos dos usuários. Pode-se avaliar o grau de escassez de uma região por meio do balanço entre disponibilidade e demanda e, em função do resultado, decidir as ações mais atrativas para a conservação da água (ações na demanda + ações na oferta) em edifícios (OLIVEIRA et al, 2007).

As grandes cidades brasileiras, como São Paulo, têm apresentado problemas de fornecimento adequado de água para a população. Os racionamentos tornaram-se freqüentes, causados por um conjunto de fatores que incluem concentração populacional, vazamentos na rede de distribuição e excessos de consumo devido a limitações tecnológicas e de educação dos usuários (JOHN et al, 2001). Isto torna necessário o desenvolvimento de medidas em duas modalidades: 1) uso racional da água; e 2) uso de águas de fontes alternativas (OLIVEIRA et al, 2007). E outro problema cada vez mais freqüente são as enchentes, devidas principalmente ao aumento da impermeabilização do solo e do volume de chuvas intensas, que podem ser consequência da emissão de poluentes e dos fenômenos de ilhas de calor e mudanças climáticas.

4.1.6 Definição das funções piloto

Embora diversos recursos naturais façam parte da agenda ambiental do Brasil, o escopo do projeto SUSHI decidiu priorizar as agendas de água e energia pelo potencial para prevenir problemas ambientais para a sociedade como um todo. Desta forma foram definidas duas funções piloto:

- Uso racional da energia: considerando o conforto térmico natural e eficiência energética para evitar o posterior consumo de energia por grandes equipamentos consumidores relacionando medidas passivas e ativas.
- Uso responsável da água: diz respeito ao ciclo da água em pequena e grande escala através do ciclo de vida do edifício. Energia e água estão intimamente relacionadas com questões muito complexas, como clima, conforto térmico, vegetação e emissões de carbono.

4.1.7 Políticas públicas e soluções sustentáveis para habitações

Algumas políticas públicas já foram implantadas no Brasil, com resultados favoráveis. O objetivo da implantação dessas políticas é controlar a qualidade dos produtos e serviços da construção civil. No projeto SUSHI são apresentadas as principais políticas públicas desenvolvidas no Brasil, sendo elas: PBPQ-H (BRASIL), Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE (INMETRO), PROACQUA (CEDIPLAC), Selo Casa Azul (CAIXA, 2010), Resolução Conama 307/348 (BRASIL).

4.1.8 Soluções sustentáveis para edificações encontradas no mercado

Algumas soluções mais sustentáveis para habitações já tem sido adotadas pelo mercado brasileiro da construção civil, entre elas: bacias sanitárias de 6,8 l, gestão de resíduos na construção civil, cimentos de baixa emissão, uso de aquecedores solares, metodologias de certificação, experiências práticas de companhias de habitação como a CDHU e órgão de financiamento como a CAIXA.

4.1.9 Barreiras para a introdução de soluções sustentáveis em habitações de interesse social

Embora diversas soluções de sustentabilidade já foram implantados em habitações de interesse social no Brasil, ainda se verificam muitas barreiras para implantação das mesmas. As principais barreiras encontradas são: custo, falta de capacitação técnica, falta de treinamento educacional do usuário e tendência para desenvolver soluções padrões nacionais e regionais.

4.2. Lições aprendidas pela CDHU em relação à sustentabilidade

A pesquisa do projeto SUSHI se focou nas ações implantadas pela CDHU ao longo dos seus últimos anos em relação ao uso racional da energia e água. A CDHU é hoje uma das maiores companhias habitacionais da América Latina e tem como finalidade executar programas habitacionais em todo o território do Estado, voltados para o atendimento exclusivo da população na faixa de renda de 1 a 10 salários mínimos, além de intervir no desenvolvimento urbano das cidades de acordo com as diretrizes da Secretaria da Habitação.

Ao longo de sua história, a CDHU desenvolveu projetos e ações (em escala piloto) para possibilitar a incorporação de alternativas que pudessem ser mais sustentáveis, sobretudo em relação ao consumo de água e de energia. Além da utilização dos recursos financeiros disponibilizados pelo Estado, muitas tecnologias avaliadas pela CDHU são apresentadas por empresas do setor, interessadas na aplicação de suas tecnologias nas HIS. Um dos desafios para a inserção das novas tecnologias é a manutenção e conservação dos equipamentos componentes dessas ações. Em alguns casos, a CDHU obteve sucesso na implantação dessas tecnologias, porém, em outros, houve algumas dificuldades devido a fatores de diversas naturezas e não houve continuidade no uso de tais tecnologias.

Para a questão da energia, foram discutidas as ações experimentadas tanto construtivas de arquitetura, como padronização de altura mínima de pé-direito, uso de forro, uso de estrutura metálica para o telhado, assim como as características dos materiais de coberturas adotados, tipos de esquadrias e soluções para sombreamento; quanto às ações implementadas que dependem de equipamentos auxiliares, como aquecimento de água a gás e solar, fornecimento de eletrodomésticos eficientes, uso de energia fotovoltaica e a medição remota de insumos energéticos implantada.

Com relação ao uso racional de água, foram citadas as medidas individuais e de uso coletivo, como a medição individualizada, aproveitamento da água de chuva, uso de equipamentos hidráulicos economizadores, fitotratamento, tratamento de esgoto *in situ* e uso de pavimentos permeáveis. Além desses itens, foram descritos também as intervenções de projeto e paisagismo e alguns aspectos com relação aos materiais construtivos e ao trabalho social da CDHU.

A partir da experiência relatada pela CDHU, pôde-se ter uma dimensão das dificuldades encontradas na aplicação das tecnologias. Nelas o envolvimento do usuário mostrou ser muito importante para o sucesso das iniciativas, sobretudo quando há mudanças de costumes devido ao impacto social gerado pelas ações, tais como o fornecimento de equipamentos mais eficientes, pois as pessoas demonstram resistência na aceitação do produto e o uso de aquecedor solar para aquecer a água do banho, que leva um tempo para a água quente chegar até o chuveiro. Assim, com o intuito de melhorar a aceitação do usuário, a CDHU adotará, de agora em diante, nos editais de licitação, projetos de educação com o usuário para mostrar a economia que propiciam e ensinar a utilizar e preservar as novas tecnologias que estão sendo implantadas nas habitações.

Em relação à adoção de tecnologias sustentáveis, a prática da CDHU é primeiramente testar as ações como INOVAÇÕES em projetos pilotos e, alcançando resultados, transformar em PADRÃO CDHU, passando a adotá-las em todos os conjuntos. O Quadro 1 apresenta as inovações testadas pela CDHU ao longo de sua história e as ações que, até o presente momento, foram transformadas em padrão CDHU.

Quadro 1 – Inovações testadas pela CDHU e políticas públicas adotadas

| INOVAÇÃO | PADRÃO CDHU |
|--|-------------|
| Aquecedor solar | SIM |
| Aquecedor a gás | NÃO |
| Aquecedor híbrido solar-elétrico | SIM |
| Temporizador de chuveiro | NÃO |
| Equipamentos e eletrodomésticos eficientes | NÃO |
| Energia fotovoltaica | NÃO |
| Medição remota | NÃO |
| Uso de laje e forro | SIM |
| Uso de telha cerâmica | NÃO |
| Uso de estrutura de telhado de aço | SIM |
| Medição individualizada de água | SIM |
| Aproveitamento de água de chuva | NÃO |
| Equipamentos hidráulicos economizadores | SIM |
| Fitotratamento | NÃO |
| Tratamento de esgoto <i>in situ</i> | NÃO |
| Pavimentos permeáveis | NÃO |
| Sombreamento natural | NÃO |
| Modulação | NÃO |
| Kit hidráulico e elétrico | NÃO |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Qualihab | SIM |
| Paredes de concreto moldado in loco | NÃO |
| Edifícios laminares | NÃO |
| Desenho universal | SIM |

Fonte: levantamento com a CDHU (2010)

Cada uma dessas ações foi comentada detalhadamente no 2º relatório do projeto SUSHI. Entretanto algumas outras estratégias que tinham sido mapeadas inicialmente de forma teórica no projeto e não foram analisadas neste contexto foram colocadas como recomendações futuras para aprofundamento, pois poderiam complementar ou potencializar ações já praticadas pela CDHU. Em cada uma delas devem ser considerados os insumos correspondentes fazendo uma avaliação da relação custo-benefício e das características de sustentabilidade. Pelo foco do artigo estar mais em relação aos itens de energia, a seguir colocam-se as estratégias mapeadas de **gestão da demanda** de energia onde foram sugeridos maiores aprofundamentos:

-Limitador de corrente em horários de pico, que pode estar associado ao uso de sistemas de aquecimento solar com apoio de dispositivos automatizados.

-Ventiladores de teto, incorporados à estratégia de fornecimento de eletrodomésticos eficientes para as habitações, assim como a escolha de geladeiras não só em função do nível de eficiência energética, como também do gás refrigerante usado de forma que não seja nocivo à camada de ozônio.

-Possibilidade de entrega das habitações com cozinha semipronta a exemplo de outros países, que fornecem os principais eletrodomésticos como geladeira e fogão com eficiência energética comprovada. Igualmente esta mesma estratégia pode ser aplicada para os componentes economizadores de água entregando banheiros e cozinha com equipamentos como vasos, pias, e torneiras eficientes.

-Proposta de política de educação continuada aos usuários sobre questões de eficiência energética em relação aos itens adquiridos e para a futura manutenção, operação e reposição de peças e equipamentos.

Das estratégias mapeadas de **gestão da oferta** de energia sugerem-se maiores aprofundamentos em:

-Avaliação técnica das características construtivas das habitações em função do desempenho térmico e do custo-benefício dos materiais (paredes, cobertura, aberturas) e possíveis estratégias de ação de acordo com o contexto. Exigência dos projetos em conformidade com a NBR 15575 (ABNT, 2008).

-Soluções de sombreamento nas edificações e análise de possíveis soluções em relação a custo-benefício, como o uso de elementos vazados, aberturas diferenciadas, venezianas e outros sombreamentos, assim como soluções independentes dos sistemas construtivos como, por exemplo, paisagismo.

-Análise técnica e de custo-benefício da cobertura com diferentes funções como uso do telhado verde ou do telhado com sistema fotovoltaico. Proposta de política pública para incentivo da adoção dos sistemas.

-Proposta de avaliação de custo-benefício de sistemas de aquecimento solar em relação a desempenhos, qualidade de materiais e tecnologias similares. Estudo de opções de bombas de calor com coeficientes de desempenho altos como alternativa tecnológica ao aquecimento de água.

4.3. Definição da agenda de sustentabilidade

A última parte do projeto SUSHI apresentou diretrizes para inserção de ações sustentáveis em HIS. A partir do mapeamento das ações, foi realizada uma avaliação técnica e levantados os requisitos de desempenho com o intuito de verificar alguns parâmetros para inserção dessas tecnologias nas etapas de projeto, construção e operação/manutenção, além dos riscos associados à adoção dessas ações.

4.3.1 Requisitos de desempenho para o uso racional da energia

Os requisitos de desempenho das ações para o uso racional da energia podem ser divididos, para uma melhor caracterização, em requisitos com foco no conforto térmico e requisitos com foco na eficiência energética. Ambos podem ser vistos desde as suas três dimensões. Na dimensão ambiental para as ações com foco no conforto térmico, o objetivo é manter um consumo menor de energia na edificação por meio do projeto racional e de incorporação de ações e tecnologias que proporcionem um ambiente confortável e adequado às ações a serem realizadas, diminuindo ou extinguindo a necessidade de novas demandas por energia para o uso de aparelhos mecânicos. Já as ações com foco na eficiência energética estão ligadas ao incentivo ao menor consumo de energia, à gestão da demanda e a ações ligadas ao aumento da oferta de energia, através do uso de fontes renováveis e alternativas à produção de energia elétrica convencional. Na dimensão social, o foco em ambos é o usuário, para quem além de proporcionar um nível de conforto adequado na habitação, deseja-se que tenha acesso à energia de forma eficiente. O usuário é também chave para a adequada operação e manutenção dos sistemas implantados na edificação. Por sua vez, na dimensão econômica, o foco também é o usuário, através do aumento ou, no mínimo, da manutenção da sua renda devido à economia de energia

ligada às ações citadas; e ao mesmo tempo o país em si, que também ganha com uma política geral de conservação de energia. Desta forma foram classificados os requisitos de desempenho das ações de energia:

1.Requisitos de desempenho dos sistemas prediais com foco no conforto térmico

- Adequação construtiva da edificação conforme o local de implantação (estratégias);
- Qualidade e características construtivas dos materiais e componentes arquitetônicos;
- Interferência do entorno e do clima local nas edificações.

2.Requisitos de desempenho dos sistemas prediais com foco na eficiência energética:

- Gestão da demanda (tecnologias com menor consumo, medição);
- Gestão da oferta (energias renováveis);
- Qualidade na instalação, manutenção e operação dos sistemas prediais para eficiência energética.

Neste sentido, as ações foram detalhadas apresentando as fases de projeto, obra e manutenção, pensando sempre no ciclo de vida do empreendimento e nos seus diversos interlocutores e usuários. Quando avaliados os aspectos sociais, cabe salientar a formalidade de mão de obra, formalidade na aquisição e fabricação de materiais e componentes, geração de empregos verdes, incentivo a expansão do mercado da sustentabilidade (por exemplo, gestores de insumos e indústria de componentes). Nos benefícios ambientais serão sempre avaliados os impactos relativos aos insumos utilizados na vida útil do empreendimento. Nos benefícios econômicos, a análise deverá permear as etapas de projeto, execução e manutenção. Para cada uma das ações propostas, há diversos beneficiários e usuários e ainda, cabe salientar que a possibilidades de ações podem variar não somente devido aos aspectos regionais, porém também aos aspectos culturais, sociais e econômicos. Desta forma foram concebidas 22 tabelas enumeradas da seguinte forma conforme o quadro 2:

Quadro 2 – Soluções propostas em eficiência energética e gestão da demanda de água

| <i>Soluções em eficiência energética</i> | | <i>Soluções em gestão da demanda de água</i> | |
|--|--|--|---|
| 01 | Adoção de estratégias para o projeto conforme o zoneamento bioclimático brasileiro | 01 | Shafts visitáveis e sistemas acessíveis através de paredes hidráulicas |
| 02 | Aquecimento solar de água | 02 | Sistemas hidráulicos racionalizados |
| 03 | Fornecimento de equipamentos e eletrodomésticos eficientes | 03 | Medição individualizada de água fria e quente |
| 04 | Uso de forro e/ou barreiras radiantes/isolamento na cobertura | 04 | Controle de vazões e pressões |
| 05 | Uso de coberturas com baixa absorvância | 05 | Equipamentos economizadores |
| 06 | Esquadrias e sombreamento das esquadrias | 06 | Sistema de retenção de água de chuva |
| 07 | Uso de energia fotovoltaica | 07 | Sistema de aproveitamento de águas pluviais para lavagem de áreas de jardins e pátios |
| 08 | Medição remota de insumos energéticos | 08 | Sistema de aproveitamento de águas pluviais para uso em bacias sanitárias |
| 09 | Sombreamento natural | 09 | Sistema de reuso de água cinza para uso em bacias sanitárias |
| 10 | Telhado verde | 10 | Paisagismo eficiente |
| 11 | Aquecimento de água a gás | | |
| 12 | Altura adequada do pé-direito | | |

Há doze ações propostas para eficiência energética e dez para uso racional da água, sendo que o item de medição remota de insumos energéticos pode ser aplicado também para outros tipos de insumo como água e gás. O quadro 3 mostra um exemplo das tabelas propostas. As tabelas mostram as variáveis que devem ser consideradas na aplicação. Igualmente mostram a ação em projeto, dificuldade da solução e disponibilidade de fornecedores para cada uma das etapas do empreendimento: projeto, construção e operação/manutenção. Os níveis de dificuldade de solução no projeto, de instalação e de manutenção foram divididos em baixa, média e alta. Sendo considerada “baixa” quando há pouca ou nenhuma dificuldade de realização das ações, tal como a disponibilidade de produtos no mercado e/ou de mão de obra especializada para tais aplicações. Um nível “alto” de dificuldade resulta quando se torna complexa a implementação do sistema por empecilhos de base técnica, de custo e de acessibilidade a equipamentos. Com relação à disponibilidade de fornecedores de produto e de instalação e de manutenção para projeto, foram estabelecidos dois níveis, ineficiente e consolidado, na qual “ineficiente” se refere à falta de produtos e/ou mão de obra e “consolidado”, quando a tecnologia já está disseminada no mercado.

Quadro 3 - Exemplo de tabela com solução proposta para eficiência energética

| 06 | | Solução: | ESQUADRIAS E SOMBREAMENTO DAS ESQUADRIAS |
|----------------------|---|------------------------|---|
| | | Variáveis de aplicação | <ul style="list-style-type: none"> o É necessário o sombreamento em todas as esquadrias de ambientes de dormitórios nas zonas bioclimáticas brasileiras de 3 a 5 e se possível, em áreas de estar; o Esquadrias que não permitam a abertura total do vão de iluminação não devem ser especificadas nos projetos. |
| PROJETO | Ação em projeto | | <ul style="list-style-type: none"> o Verificar tamanho de aberturas de vãos para habitações unifamiliares conforme a NBR 15220-3 e para edifícios de até 5 pavimentos conforme a NBR 15575; o Especificar esquadrias que sejam flexíveis, permitindo ventilação, escurecimento e iluminação; o No caso de venezianas, indicar cores claras ou conforme a necessidade da zona bioclimática. |
| | Dificuldade da solução no projeto | | Média |
| | Disponibilidade de fornecedores | Produto | Insuficiente |
| | | | Consolidada |
| CONSTRUÇÃO | Ação na obra | | <ul style="list-style-type: none"> o Garantir boa estanqueidade na colocação das esquadrias; o Usar mão de obra especializada na instalação. |
| | Dificuldade na instalação | | Baixa |
| | Disponibilidade de fornecedores na instalação | | Consolidada |
| OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO | Ação na operação/manutenção | | <ul style="list-style-type: none"> o No caso de utilizar esquadrias de madeira, fazer manutenção com proteção a cada ano ou conforme indicado pelo fabricante. |
| | Dificuldade na manutenção | | Média |
| | Disponibilidade de fornecedores na manutenção | | Insuficiente |

São elencadas as soluções por grau de eficiência para uma variação de tipos de empreendimentos (unifamiliares – U - e multifamiliares - M) e que contemplem as HIS e os empreendimentos residenciais de médio (M) e alto padrão (A). Associados a cada solução, são relacionados os custos de implantação e manutenção e os benefícios a serem obtidos. O objetivo é promover a conscientização da população na análise das soluções considerando a vida útil do empreendimento. O quadro 4 mostra a matriz de ações voltada para as soluções de energia.

Quadro 4- Matriz de ações voltada para as soluções de energia

| GRAU DE EFICIÊNCIA | TIPO DE SOLUÇÕES | TIPO DE EMPREENDIMENTO | | | | | | CUSTOS | | BENEFÍCIO | | | |
|--------------------|--|--|---|-------|---|------|---|-------------|----------|-----------|------------|------------|-------|
| | | HIS | | MÉDIO | | ALTO | | IMPLANTAÇÃO | OPERAÇÃO | SOCIAIS | ECONÔMICOS | AMBIENTAIS | |
| | | U | M | U | M | U | M | | | | | | |
| ALTO | 01 | Adoção de estratégias para o projeto conforme o zoneamento bioclimático brasileiro | X | X | X | X | X | X | Baixo | Baixo | Alto | Alto | Alto |
| | 02 | Aquecimento solar de água | X | | X | | X | | Médio | Baixo | Alto | Alto | Alto |
| | | Aquecimento solar de água | X | | X | | X | | Alto | Alto | Médio | Médio | Alto |
| | 03 | Fornecimento de equipamentos e eletrodomésticos eficientes: geladeira | X | X | | | | | Médio | Baixo | Alto | Alto | Alto |
| | | Fornecimento de equipamentos e eletrodomésticos eficientes: ventiladores de teto | X | X | X | X | | | Baixo | Baixo | Médio | Alto | Alto |
| | 04 | Uso de forro e/ou barreiras radiantes/isolamento na cobertura | X | X | X | X | X | X | Médio | Baixo | Alto | Alto | Alto |
| | 05 | Uso de coberturas com baixa absorvância | X | X | X | X | X | X | Médio | Médio | Alto | Alto | Alto |
| 06 | Esquadrias e sombreamento das esquadrias | X | X | X | X | X | X | Médio | Baixo | Alto | Alto | Alto | |
| 07 | Energia fotovoltaica conectada na rede | | | X | X | X | X | Alto | Baixo | Médio | Alto | Alto | |
| | Energia fotovoltaica para sistemas sem conexão na rede | X | | | | | | Alto | Baixo | Alto | Alto | Alto | |
| MÉDIO | 08 | Medição remota de insumos energéticos | X | X | X | X | X | X | Médio | Médio | Baixo | Medio | Medio |
| | 09 | Sombreamento natural | X | X | X | X | X | X | Médio | Médio | Baixo | Alto | Alto |
| | 10 | Telhado verde | X | X | X | X | X | X | Alto | Médio | Baixo | Baixo | Alto |
| BAIXO | 11 | Aquecimento de água a gás | X | | X | | X | | Médio | Baixo | Médio | Médio | Médio |
| | 12 | Fornecimento de equipamentos e eletrodomésticos eficiente: outros equipamentos | | X | | X | | X | Médio | Baixo | Baixo | Médio | Médio |
| | 13 | Altura adequada de pé-direito | X | X | | | | | Baixo | Baixo | Baixo | Baixo | Médio |

5. CONCLUSÕES

Neste artigo, foram apresentados os resultados do Projeto SUSHI no Brasil onde foram avaliadas diversas ações técnicas e tecnológicas, com o intuito de verificar alguns parâmetros para inserção dessas tecnologias nas etapas de projeto, construção e operação/manutenção de HIS no Brasil. Com o mapeamento das soluções sustentáveis para HIS existentes no mercado relacionadas à energia e água foi possível identificar barreiras para a introdução de soluções sustentáveis em HIS como custos, falta de capacitação técnica, falta de treinamento educacional do usuário, falta de definição de uma política institucional integrada de sustentabilidade e tendência para desenvolver soluções padrões nacionais e regionais que não privilegiam os aspectos particulares de cada projeto. Igualmente falta integração dos *stakeholders* e análise custo-benefício

como instrumento crucial para convencer os usuários da necessidade de redução do consumo dos recursos.

Através do estudo realizado descobriu-se que a implantação de novas soluções e tecnologias, mesmo que resguardadas tecnicamente, necessitam de um período de adequação para a operação dos edifícios, bem como a capacitação dos usuários finais. Igualmente resulta importante verificar a qualidade dos componentes sendo necessária uma avaliação técnica que verifique em laboratório as características destes novos produtos e forneça informações a respeito de seu desempenho quando aplicado. O envolvimento do usuário mostrou ser muito importante para o sucesso das iniciativas, sobretudo quando há mudanças de costumes devido ao impacto social gerado pelas ações. A definição da agenda apresentada mostra que a escolha da tecnologia adequada é baseada em algumas premissas de projeto, tais como local de construção das moradias, acesso à rede pública de água e esgoto capital aplicado e taxa de retorno. E para uma análise precisa dos benefícios de uma solução ou tecnologia, é necessária uma avaliação sistêmica dos tipos de sistemas de conservação de insumos em edifícios, pois eventualmente, o que beneficia um insumo, pode prejudicar outro.

Os resultados do projeto também têm potencial de incentivar o desenvolvimento de novos materiais e/ou tecnologias para a construção civil levando em conta critérios de sustentabilidade ambiental. Sugere-se ainda, que seja criada uma metodologia de avaliação das soluções apresentadas pelo Projeto SUSHI pós-ocupação, de tal forma que possibilite a análise sistêmica destas ações considerando todo o ciclo de vida do empreendimento. Sendo assim, é observada a necessidade de mais uma etapa do projeto que inclua o teste das soluções apresentadas, e que já estão sendo implantadas, o que pretende ser feito na continuação do projeto - SUSHI II. Por fim, ressalta-se a importância do levantamento realizado, da avaliação das tecnologias aplicadas no qual se tem uma lacuna grande no país; do processo do projeto e das diretrizes propostas para as especificações técnicas dos projetos de HIS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S.; PILEGGI, R. Programa de Redução de Pós-ocupação em Conjuntos Habitacionais de Interesse Social. In: FÓRUM NACIONAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 52., João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2006.
- ASIF, M.; MUNEEB, T.; KELLEY, R. Life cycle assessment: a case study of a dwelling home in Scotland. **Building and Environment**, v. 42, n. 3, p 1391-1394, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho Térmico para Edificações. Rio de Jan., 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H**. [Homepage institucional] < <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/index.php>>. Acesso em: 05 maio 2010.
- _____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002**. RESOLUÇÃO Nº 348, DE 16 DE AGOSTO DE 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 10 abril 2010.
- _____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Déficit habitacional no Brasil 2007**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. – Brasília, 2009.
- _____. ELETROBRÁS. **Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: Pesquisa de posse de equipamento e hábitos de uso – ano base 2005**. 2007, 187 p.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA). [Homepage institucional]. Disponível em: <www.caixa.gov.br>
- _____. **Boas Práticas para Habitação mais Sustentável (Selo Casa Azul)**. Coordenadores Vanderley Moacyr John, Racine Tadeu Araújo Prado. São Paulo: Páginas & Letras – Editora e Gráfica, 2010. Realização CAIXA.
- JOHN, V.M; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. **Anais...**Canela, 2001.
- LAMBERTS, R. **Desafios dos Edifícios "Zero Net Energy"**. Presentation for SBCS 08. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., 2008.
- OLIVEIRA, L. H.; ILHA, M. S.; GONÇALVES, O. M.; IWASHIMA, L.; REIS, R. P. A. Documento 2.1. Levantamento do estado da arte: Água. **Projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável**. Projeto Finep, São Paulo, 2007.
- TABORIANSKI, V.M. **Contribuições ao método de avaliação das emissões de CO2 geradas no ciclo de vida das fachadas de edifícios de escritórios**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), São Paulo, 2009.
- TOLMASQUIM, M.T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. **Matriz energética brasileira: uma prospectiva**. *Novos Estudos - CEBRAP*, v.11, no. 79. 2007.
- UNITED NATIONS. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. [Homepage institucional]. <www.unep.org>
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. [Homepage institucional]. Disponível em:<www.cbcs.org.br>
- CDHU. Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo. [Homepage institucional] Disponível em: <www.habitacao.sp.gov.br>. Acesso em: 20 janeiro 2011
- COHAB SP. Companhia Metropolitana de Habitação. [Homepage institucional]. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/habitacao/cohab/>>. Acesso em: 20 junho 2010
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. [Homepage Institucional]. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 07 fev. 2010.
- CEDIPLAC. PROGRAMA PROACQUA. [Homepage institucional]. Disponível em:< <http://www.proacqua.org.br/default.asp>>

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PNUMA/BRASIL na realização deste trabalho.